Beiträge

zur

Kenntniss der Milchsaft-Behälter der Pflanzen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der philosophischen Doctorwürde

vorgelegt der

Hochlöbl. philosophischen Facultät

der Universität Erlangen

von

Max Dehmel

aus Quaritz.

Liegnitz.

Druck von Adolf Niegisch.

1889.

Referent: **Prof. Dr. Reess.**

Dem Andenken

seiner theuren Eltern

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/lA41546420_0029

Beiträge zur Kenntniss der Milchsaft-Behälter der Pflanzen.

I.

Historische Einleitung.

Schon Malpighi waren eigenartige Gefässe (vasa propria) mit abgeschiedenen Säften (succi proprii) bekannt, Grew theilte diese vasa propria in verschiedene Gruppen, und zwar je nach ihrem Inhalt in vasa lactifera, gummifera, resinifera und mucilaginifera ein.

Mit der Entstehungsgeschichte der Milchröhren haben sich besonders Ungenannt,[1]) Moldenhawer,[2]) Unger,[3]) Schacht,[4]) Karsten,[5]) Mohl,[6]) Schleiden,[7]) Mirbel,[8]) Meyen,[9])

[1]) Bot. Ztg. 1846 p. 833.
[2]) Moldenhawer, De vasis plantarum.
[3]) Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855.
[4]) H. Schacht, Monatsberichte der Academie zu Berlin 1856.
„ „ die Pflanzenzelle 1852.
[5]) Karsten, Ueber den Bau von Cecropia peltata, Nova Acta Acad. Leop.-Carol. XXIV.
[6]) v. Mohl, Ueber den Milchsaft und seine Bewegung. Bot. Ztg. 1843 p. 553.
[7]) v. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik.
[8]) Mirbel-Brisseau, Element de Physiologie végétab. I.
[9]) Meyen, Physiologie II. Die Sekretions-Organe der Pflanze.

Treviranus[1]) und Hanstein[2]) befasst. Auch C. H. Schultz[3]) widmet diesem Gegenstande grössere Beachtung. Diese sehen die Milchröhren als wahre Gefässe, durch Zellfusion entstanden an, andere Forscher fassen sie als Interzellularräume, Mirbel und Meyen endlich als modificirte Bastzellen auf, während Schultz schon mehr auf die physiologischen Eigenschaften eingeht. Er bezeichnet die in diesen eigenartigen Gefässen enthaltenen Säfte als Lebenssäfte, in der Meinung, dass sie dieselbe Rolle, wie in dem menschlichen Körper das Blut spielen. Mohl und Hartig[4]) sind es, welche die Milchröhren als wahrscheinliche Leiter des plasmatischen assimilirten Saftes betrachten, indem sie ihren Saft aus den Blättern zu den Verbrauchsorten führen.

Auch Trécul[5]) zieht gleich C. H. Schultz einen Vergleich mit dem thierischen Organismus, er bezeichnet die Milchröhren gewissermassen als venöses, die Holzgefässe dagegen als arterielles System.

Hanstein's[6]) Arbeiten, mit vielen milchenden Pflanzen von den verschiedensten Gattungen vorgenommen, ergaben als Hauptresultate, dass die Milchröhren als wahre Gefässe aufzufassen sind, da sie aus Zellenreihen entstehen, deren Querwände durch Auflösen verschwunden sind, er fand ferner, dass die Milchröhren von den Bastfasern sehr verschieden und nicht als identisch damit zu betrachten sind, dass sie ferner ein eigenes System darstellen, welches offene Communicationen mit den Gefässen des Holzes nicht zeigt,

---

[1]) Treviranus, Physiologie der Pflanzen II.

[2]) Hanstein, Die Milchgefässe. Berlin 1864.

[3]) C. H. Schulz: 1) Ueber den Kreislauf des Saftes des Schöllkrauts. Berlin 1822, 8 XIV 66.
2) Ueber den Kreislauf des Saftes der Pflanzen. Berlin 1824, 8 64 p.

[4]) Hartig, Botan. Ztg. 1862, 97.

[5]) Trécul, de la présence du latex dans les vaisseaux, spireaux, réticulés, rayés et ponctués, et de la circulation dans les plantes. Annales des scienres natur. S. IV. T. VII. Botanique.

[6]) Hanstein, Milchgef. Berlin 1864, mit 10 Tafeln.

dass sie die Gefässbündel wohl überallhin begleiten und in den Blättern besonders innig sich diesen anschmiegen, zuletzt jedoch allein im Parenchym verlaufen, stumpf und blind endigend, dass sie ferner im jugendlichen Zustande die Functionen der Siebröhren haben, im Alter jedoch als Reservestoffbehälter zu betrachten sind. Auch fand er, dass in Acer plantanoides fast nur Milchröhren, in Acer Negundo fast nur Siebröhren sich finden, beide sich also hier gegenseitig vertreten.

Dippel[1]) nennt in seinen Arbeiten die Milchröhren Bastgefässe und schreibt ihnen im jugendlichen Zustande die Functionen der Siebröhren zu, während sie im Alter Reservestoffe führen.

Auch den in den landwirthschaftlichen Jahrbüchern veröffentlichten Aufsatz von de Vries[2]) möchte ich nicht übergehen. De Vries giebt zuerst eine Uebersicht vieler bekannter Arbeiten über Milchröhren und äussert seine Ansicht darüber, dass die Milchröhren sowohl Auswurfsstoffe wie Nährstoffe enthalten, besonders letztere. Er sagt ferner, dass die Nährstoffe sich in den Milchröhren bewegen, unterliegt keinem Zweifel, obgleich die Milchröhren nicht als Siebröhren, noch weniger als Leiter eines plasmatischen Saftes anzusehen sind. Unter Umständen werden ihre Bildungsstoffe verbraucht, unter anderen Umständen werden solche von Neuem angehäuft. Ob nun der Verbrauch nur den Milchröhren oder auch anderen Gewebecomplexen zu gute kommt — ist nicht zu entscheiden. — Ferner regt er zu genauer Untersuchung an, ob den Milchröhren Elasticität eigen ist, da der Milchsaft bei Verwundungen der Pflanze durch Elasticität der Membran herausgedrückt zu werden scheint. In einer späteren Arbeit über die Rolle

[1]) Dippel, a) Entstehung der Milchsaftgefässe. Rotterdam 1865.
b) Das Microscop.

[2]) De Vries, Landwirthschaftl. Jahrbücher Za 65 v. Thiel.
Ueber einige Nebenproducte des pflanzlichen Stoffwechsels von Dr. Hugo de Vries.

des Milchsaftes, des Gummi und des Harzes sucht er, freilich ohne selbst Versuche angestellt zu haben, darzuthun, dass die biologische Bedeutung im allgemeinen Wundabschluss sei.

Sehr interessante Versuche stellte Faivre[1]) mit milchenden Pflanzen an. Er liess nämlich Pflanzen im Licht und in kohlensäurefreier Atmosphäre, ferner im Licht und bei günstiger Kohlensäure-Assimilation wachsen, ferner machte er die bekannten Ringelungsversuche. Seine Resultate gipfeln darin, dass der Milchsaft mit Recht als zur Ernährung dienend zu betrachten sei, da Stoffe des Milchsaftes unter bestimmten Umständen wieder verbraucht werden.

Auch Schullerus,[2]) welcher Euphorbia Lathyris in verschiedenen Entwickelungsstadien untersuchte, fand, dass der Milchsaft ein Bildungssaft und die Milchröhre als Leitungsorgan zu betrachten sei.

Spätere Untersuchungen von M. Treub[3]) mit Euphorbiaceen vorgenommen ergaben, dass die Milchröhren zur Translocation von Amylum beitragen. De Bary[4]) hat die anatomischen Lagerungen, sowie die Morphologie der Milchröhren zahlreicher Pflanzen untersucht. Er nimmt dabei Rücksicht auf einige früher angeregte Themata, so erwidert er auf de Vries Ansicht betreffs der Elasticität der Milchröhren, dass die Wandungen der Milchröhren, wenn auch manchmal stark verdickt, immer weich seien. Wird daher

[1]) Faivre, Recherches sur la circulation et sur le rôle du latex dans les Ficus elastica, Annales de sc. nat V. S. 6 B. p. 33.
Etudes physiologiques sur le latex du Mûrier blanc, ebend. V. S. 10 B. 1869.
Comptes rendus, B. 88, 1879.

[2]) Schullerus, Die physiologische Bedeutung des Milchsaftes von Euphorbia Lathyris, Abhandl. des bot. Vereins der Prov. Brandenburg 1882.

[3]) M. Treub, Notices sur l'Amidon dans les lacticiferes des plantes Euphorbes (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 1882.

[4]) De Bary, Anatomie. 1877 pag. 191 und 446.

eine Röhre verletzt, so übt das angrenzende turgescente Gewebe einen Druck auf die Röhre aus, welcher den Milchsaft aus der Oeffnung heraustreibt. Auch findet er, dass einige Milchsäfte der Cichoriaceen mit geronnenen Protoplasma Aehnlichkeit haben, da in theilweise entleerten Röhren, nach Einwirkung von Alkohol, Jodlösung etc. streckenweise ein Wandbeleg bleibt. Weitere Untersuchungen würden daher vielleicht einen Protoplasmakörper nachzuweisen im Stande sein.[1]) Auch findet er, dass die verschiedenen Milchröhren sowohl Gummi, Zucker, Stärke, Eiweiss, manchmal auch Pektinkörper und Gerbstoff, Fermente und Kalkoxalat enthalten. Das Gerinnen des Milchsaftes durch Wasser, Alkohol, Aether und Säuren deute zu dem auf complicirte Zusammensetzung, welche genauere Untersuchung verdiene.[2]) Weitere Untersuchungen über milchende Pflanzen wurden ferner von G. Haberlandt[3]) angestellt. Dieser fasste besonders zwei Punkte in's Auge.

1. In welcher Beziehung steht das Assimilationssystem zu dem System der Milchröhren?
2. Kommt es zu einer Rückbildung der Parenchymscheide, wenn das Milchröhrensystem besonders stark entwiekelt ist?

Aus seinen Untersuchungen und Beobachtungen glaubt er schliessen zu müssen, dass die Milchröhren die Assimilate gleich aus erster Hand empfangen und den event. Verbrauchsorten zuführen, dass es ferner zu einer Rückbildung

---

[1]) Ein Protoplasmakörper ist später gefunden worden. Emil Schmidt: Ueber den Plasmakörper der gegliederten Milchröhren. Bot. Ztg. 1882, No. 27, 28.

[2]) Die technisch und pharmacologisch Verwendung findenden Milchsäfte sind vielfach chemisch untersucht, so das Opium, Lacturarium, Galbanum, Ammoniacum, Asa foetida und andere.

[3]) Haberlandt, Zur physiologischen Anatomie der Milchröhren. Sitzungsbericht der Wiener Academie 87. B. 1883.
„ Physiologische Pflanzen-Anatomie 1884.
„ Just. Bot. Jahresbericht 1883.

der Parenchymscheide dort kommt, wo die Milchröhren besonders stark vorhanden sind. Ferner glaubt er, dass die Gerinnbarkeit des Milchsaftes, bei Berührung mit der atmosphärischen Luft, als eine Nebenfunction, nämlich als Verschlussmittel bei mechanischen Verletzungen der Pflanze aufzufassen sei. Eigene Versuche hat aber auch er nicht in dieser Hinsicht gemacht, doch gesteht er auf die Arbeiten von Faivre und Schullerus hinweisend den Milchröhren zu, dass sie auch als Secret- resp. richtiger als Excretbehälter anerkannt werden müssen. Unter dem Titel: „Einige Beobachtungen an Milchgefässen" veröffentlicht Schwendener[1]) einen Aufsatz, in welchem er die Wandverstärkungen, insbesondere der Euphorbiaceen, ferner die Spannungszustände der Membranbewegung, des Milchsaftes, Verschluss der Milchröhren bei Verwundungen und zum Schluss die Bedeutung der Excrete im Milchsaft behandelt. Als hauptsächliche Resultate dieser Arbeit erwähne ich, dass Schwendener das Herausquellen des Milchsaftes bei Verwundungen der hohen Spannung der Membran in den Milchröhren zuschreibt. Weiter sagt er: „Obschon die neueren Untersuchungen ergeben haben, dass der Milchsaft ein Nahrungssaft ist, welcher plastische Baustoffe (Eiweiss, Fett und Kohlehydrate) enthält und solche auch nach Orten lebhafteren Wachstbums translocirt, kann doch das gleichzeitige Vorkommen von harzähnlichen Stoffen oder Kautschuk, die wir nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse nur als Excrete betrachten können, nicht bestritten werden." Auch glaubt er bei der bisherigen Annahme, dass die Milchsäfte wirkliche Excrete seien, beharren zu müssen, da die von ihm nochmals angestellten Versuche von Faivre keine definitiv positiven Resultate ergeben haben.

[1]) Schwendener, Sitzungsberichte der Academie der Wissenschaften zu Berlin 1885.

Sachs[1]) zieht zum Vergleiche den thierischen Organismus heran, und schreibt den Milchröhren die Rolle der Blutgefässe und zwar die der Venen zu, denn sie enthielten, sagt er, ebenfalls Substanzen, welche sowohl bei dem Wachsthum unmittelbare Verwendung finden, als auch Secrete und Excrete. Sehr grosse Wichtigkeit legt er den besonders in den Euphorbiaceen vorkommenden Stärkekörpern bei, da Stärke doch die wichtigste Rolle im pflanzlichen Stoffwechsel spiele und bei der Oeconomie der Pflanze schwerlich anzunehmen sei, dass diese Stoffe zu etwas anderem, als zur weiteren Entwickelung der Pflanze da wären. Auch findet er, dass eine Rückbildung der Siebröhren dort stattfindet, wo die Milchröhren hauptsächlich ausgebildet sind, dass also die Milchröhren einerseits beim Stoffwechsel thätig sind, andererseits wiederum Excrete enthalten. Da sich nun auch Excrete in den Milchröhren ansammeln, welche dem Saftaustausch entzogen sind, so ist es erklärlich, dass mit wenigen Ausnahmen den mit Milchröhren versehenen Pflanzen andere Secretbehälter fehlen, und umgekehrt vielen nicht milchenden Pflanzen diese eigen sind (De Bary). Ferner erklärt Sachs das starke Herausquellen des Milchsaftes bei Verwundungen dadurch, dass im menschlichen Körper bei Verwundungen das Blut auch nicht einfach ausfliesst, sondern herausgestossen wird. Soviel über die Sachs'schen Ansichten. Mit dem Milchsaft von Lactuca canadensis beschäftigte sich in physiologischer Beziehung Flowers[2]) und ersieht man aus seinen Mittheilungen, dass der Milchsaft im Frühjahr und Sommeranfang nicht bitter und physiologisch unwirksam ist, später jedoch bitter werde. Erst vom 25. Juli an ist es Flowers gelungen, aus

[1]) Sachs' Experimental-Physiologie 1865.
„ Lehrbuch der Botanik, 1874 p. 88.
„ Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie, 1882 p. 436.

[2]) H. Flowers, Lactucarium form Lactuca canadensis, American journal of pharmacog, 4 ser., vol. 51 pag. 343

demselben Lactucarin, Lactucin, Lactucasäure und Lactucopierin abzuscheiden.

Bei der Untersuchung des Milchsaftes von Carica Papaya gelang es Würtz,[1]) in demselben ein Ferment, das „Papain", zu finden. Später ist von Wittmack,[2]) welchem mehr Material zur Verfügung stand, das Papain genauer untersucht worden. A. Hansen,[3]) welcher sich auch mit diesem Thema beschäftigte, suchte nun auch bei anderen milchenden Pflanzen, um vielleicht ein ähnliches Ferment zu finden, jedoch war ihm dies weder bei Ficus elastica, den Euphorbiaceen noch bei den Cichoriaceen möglich.

Im Vorstehenden habe ich die meisten älteren, neueren und neuesten Arbeiten aufgeführt über echte Milchröhren, welche entweder gegliedert, also wie die Gefässe durch Zellfusion entstanden sind, (Cichoriaceen, Campanulaceen, Lobeliaceen, Papaveraceen, Papayaceen etc.) oder ungegliedert[4]) sind (Euphorbiaceen, Urticaceen, Apocyneen,

[1]) Würtz, Papain 1879, B. Jahresbericht 1879, I. 392.

[2]) Wittmack, Botanische Zeitung, Jahrgang 1880, No. 34, 35 pag. 532, 549. Wirkung des Milchsaftes v. Carica Papaya.
„ Just. Jahrb. 1879 auch Erwähnung gethan.
„ Sitzungsbericht des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg vom 25. Januar 1878.

Ich entnehme dieser Arbeit, dass Browne der erste ist, der über den Saft berichtet, dass dieser das Fleisch mürbe mache. Auch Holder und Schacht erwähnen, dass dieser Milchsaft die Eigenschaft besitze, das Fleisch mürbe zu machen. Humboldt erkannte ebenfalls im Thale von Aragua die Wirkung des Saftes, er konnte jedoch keine genaueren Untersuchungen vornehmen, da ihm die nöthigen Reagentien zur Untersuchung fehlten. Der erste, welcher genauere Untersuchungen in Bezug auf die Wirkung des Saftes vorgenommen hat, ist wohl Dr. G. C. Roy. Ferner hat, wie schon oben erwähnt, auch Wittmack, der von Herrn Leidner Material bekam, genauere Untersuchungen angestellt. Er findet in dem Milchsaft ein Ferment Papain, welches dem Pepsin ähnliche Wirkung hat.

[3]) A. Hansen, Just. Jahrb. 1881, I. 52.

[4]) Georg David, Ueber die Milchzellen von Euphorbiaceen, Moreen, Apocyneen und Asclepidaceen. Inauguraldissert. Breslau 1872

Asclepiadaceen), also Zellen darstellen, welche zu reich verzweigten und langgestreckten Schläuchen auswachsen. Es bleibt mir nun noch übrig, einige Arbeiten über Milchsaftbehälter anzuführen, welche schizogenen Ursprungs sind, Arbeiten, auf die ich später noch zurückkommen muss.

Dippel sah die Milchgänge in der Rinde von Alisma durch Auseinanderweichen der zartwandigen, gestreckten Parenchymzellen entstehen, dieselben sind also echte Interzellulargänge.

Von den Milchsaftbehältern von Rhus, Alisma und Sagittaria wies A. B. Frank[1]) nach, dass sie schizogenen Ursprungs sind. Auch erwähne ich die Arbeiten von C. Müller[2]) „über den Bau der Ausläufer von Sagittaria sagittifolia", worin derselbe eine genaue Beschreibung des Verlaufes der Milchcanäle, sowohl in dem Knollenträger und der Knolle, als auch im Niederblatte giebt. Endlich sind es die Arbeiten von A. Tschirch[3]) über die Milchsaftbehälter der persischen Umbelliferen, die sich mit diesen schizogenen Milchsaftbehältern beschäftigen. Der genannte Autor sagt: „So weit wir die Behälter der Oel- resp. Balsame bei den Umbelliferen kennen, sind diese stets schizogen, also interzellulare Secretbehälter." Weiter geht aus A. Tschirch's Untersuchungen hervor, dass auch die Behälter der persischen Umbelliferen schizogen entstanden sind, nur dass der Inhalt anstatt Oel- resp. Balsam-Milchsaft ist, was in bedingtem Maasse auch bei einigen anderen Umbelliferen der Fall ist (Imperatoria, Angelica).[4]) Auch

[1]) A. B. Frank. Ueber Entstehung der Interzellularräume der Pflanzen. Leipzig 1867.

[2]) C. Müller. Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 18. November 1884.

[3]) A. Tschirch. Die Milchsaft- und Gummibehälter der Asa foetida, Galbanum und Ammoniacum liefernden Pflanzen. Archiv der Pharm. 24. Bd. Heft 19. 1886.

[4]) Tschirch, im Artikel Imperatoria in der Realencyklop. d. ges. Pharmacie. Bd. IV.

fand er unter seinem Material einige Stücke, welche mit von Insectenstichen herrührenden Wunden bedeckt waren. Die Untersuchung der Wunden ergab, dass sich kein Wundkork gebildet, dass vielmehr der Milchsaft als Verschlussmittel gedient hatte.

Auch die Milchsaftbehälter der Balsamodendron und Balsamea- sowie der Boswellia-Arten, die die Milchsäfte Myrrha bez. Weihrauch enthalten, sind nach Mittheilungen Tschirch's auf der Naturforscherversammlung in Wiesbaden schizogenen Ursprungs.[1])

Anknüpfend an vorstehende Arbeiten habe ich nun auf Vorschlag von Herrn Dr. A. Tschirch, unter dessen Leitung ich meine Untersuchungen anstellte, versucht, folgende Fragen zu beantworten:

1. Kann aus den anatomischen Lagerungsverhältnissen der Milchsaftbehälter ein Schluss auf ihre Functionen gezogen werden?
2. Kann bei Verwundungen der austretende Milchsaft einen ausreichenden Verschluss abgeben?

Ich fasse dabei den Begriff „Milchsaftbehälter" im weitesten Sinne, begreife darunter also sowohl die Milchröhren, als die schizogenen Milchsaftbehälter, da dieselben physiologisch wohl die gleiche Function besitzen.

[1]) Tageblatt der Naturforscherversammlung 1887.

II.

Die Lagerung der Milchsaftbehälter.

A.

Milchröhren führende Pflanzen.

a

Die Milchröhren liegen sowohl auf der äusseren wie inneren Seite des Bündels.

Als erstes Beispiel wähle ich Chelidonium majus.

Die Wurzel von Chelidonium majus, welche ich zuerst zur Untersuchung heranzog, besitzt einen centralen Holzkörper, in welchem hie und da einige Milchröhren liegen, die einen wenig geschlängelten Verlauf nehmen, und eine Milchröhren führende Rinde.[1]) Besonders reich an Milchröhren war die Innenrinde, weniger die Mittelrinde. Eine kreisförmige Anordnung der Milchröhren um den Holzcylinder war nicht zu erkennen, vielmehr lagen dieselben regellos in der Rinde zerstreut. Auf den Längsschnitten konnte man an den Milchröhren deutlich die Querwände, da und dort von grösseren und kleineren Löchern durchbohrt, erkennen. Die Milchröhren der Mittelrinde sind gebogen, die der Innenrinde verlaufen mehr gerade, also der Richtung der Wurzel entsprechend, häufig liegen zwei nebeneinander. Siebröhren fand ich wenige vor.

Im Stengel liegen die bald grösseren, bald kleineren Gefässbündel zwischen der Stengelhöhlung und der Epidermis in einen Kreis angeordnet. Fasst man nun ein Bündel näher ins Auge, so ist hier die Lage und Anordnung der

[1]) Bezüglich der Bezeichnung Innenrinde, Mittelrinde und Aussenrinde, weise ich auf Flückiger-Tschirch: Grundlagen der Pharmacognosie. Es wird dort der Begriff Innenrinde dahin präcisirt, dass unter dieser Bezeichnung der Theil der Rinde zu verstehen sei, der von den Rindenstrahlen durchzogen wird. Aussenrinde ist identisch mit Kork und die Mittelrinde reicht von diesem bis zu den Rindenstrahlen-Enden.

Milchröhren eine andere, als in der Wurzel. In der Mitte liegt der Gefässtheil, um denselben herum der Siebtheil, letzterer wird von in einen unterbrochenen Halbkreis gestellten Milchröhren und diese wieder von der Stärkescheide umgeben. Auch liegen im Siebtheile hier und da einige Milchröhren. Auch auf der inneren Seite des Holztheiles liegen Sieb-Elemente und auch um diese gruppiren sich Milchröhren, sodass das ganze Bündel auf beiden Seiten von Milchröhren umgeben ist. Die Siebröhren sind sehr eng, aber in grösserer Anzahl vorhanden, die Milchröhren sind gross, besonders diejenigen, welche den unterbrochenen Kreis um das Bündel bilden. Der Verlauf der Milchröhren ist ein ziemlich gerader, oft liegen zwei nebeneinander. Eine eigenthümliche Streckung zeigen die um die Milchröhren orientirten Parenchymzellen, dieselben sind nämlich strahlenförmig um den Milchschlauch angeordnet und gegen diesen hin gestreckt, was ich also wohl auf eine Zuleitung der Stoffe zu demselben deuten dürfte. Auch tritt besonders deutlich auf dem Längsschnitt das Anschmiegen der Milchröhren an die Stärkescheide hervor.

Die Anordnung der Milchröhren im Blattstiel war nicht wesentlich von der im Stengel verschieden, auch hier sind die um die Milchröhren liegenden Zellen keilförmig gegen den Milchschlauch convergirend. In der Mitte des Blattstieles liegt ein grosses und an den beiden Ecken zwei kleinere Bündel mit ihren Milchröhren.

Die Querschnitte durch das Blatt haben keine erwähnenswerthen Verschiedenheiten von dem Stengel in der Anordnung der Milchschläuche aufzuweisen, während der Tangentialschnitt die Milchröhren mit den Bündeln verlaufend zeigt. Ausläufer der Milchröhren von dem Bündel in das parenchymatische Gewebe war mir nur unter sehr vielen Präparaten einmal möglich zu constatiren.

Vom Juli an enthält die Wurzel sehr viel Stärke von meist sechseckiger Gestalt, die Körner liegen oft zu zweien und mehreren aneinander, in der Mitte besitzen sie einen Spalt.

Als nächste zu untersuchende Pflanze wählte ich Lactuca virosa. Auch hier hatte das Object wie Chelidonium majus einige Tage in Alkohol gelegen.

Zunächst unterzog ich die Wurzel einer Untersuchung. Der Querschnitt lässt hier einen stark entwickelten centralen Holzkörper erkennen, dessen Gefässe in keilförmigen Bündeln strahlig von der Rinde nach dem Centrum zu laufen und von Markstrahlen beiderseits begleitet werden. Vor jedem Holzbündel liegt in der Innenrinde eine fast keilförmige Gruppe von Siebröhren und Milchröhren, welche dem Holzbündel entspricht. In der Mittelrinde liegen nur wenige Milchröhren, hier ohne eine bestimmte Anordnung erkennen zu lassen. In dem Holzkörper sind keine Milchröhren zu finden, die Pflanze verhält sich also anders als Chelidonium majus. Die Milchröhren und angrenzenden Zellen sind jedoch denen von Chelidonium majus in der Beziehung ähnlich, dass die die Milchröhren umgebenden Zellen auch hier auf jene strahlig zulaufen, sich also gegen den Milchschlauch hin verschmälern und das Ganze auch hier die Gestalt einer Rosette annimmt. Der Querdurchmesser der Milchröhren ist bei den inneren zwei- bis dreimal grösser als bei den äusseren. In der Mittelrinde sind die Milchröhren an einzelnen Stellen verdickt, an anderen mit spitzen, sternförmigen und strahligen Ausbreitungen versehen, während die Milchröhren der Innenrinde mehr verzweigt und, da in viel grösserer Menge vorhanden, durch Anastomosen hie und da häufig miteinander verbunden sind. Der Siebtheil ist nicht stark entwickelt.

Im Stengel[1]) liegen die Milchröhren halbkreisförmig um den Siebtheil herum, mit kleinen Unterbrechungen einen wellenförmigen Kranz um den Gefässbündelcylinder bildend. Der Holzkörper stellt einen geschlossenen Kreis dar. Vor dem Holztheil liegt der Siebtheil. Innerhalb des Holzkörpers ist noch ein kleiner Leptombeleg, welcher

[1]) Hanstein's Milchgef. Berlin 1864. Taf. VIII. Fig. 4, 5.

Milchröhren in geringer Menge führt, wahrzunehmen. Es sind also auch hier auf beiden Seiten des Holztheiles Milchröhren zu finden. Die inneren Milchröhren sind kleiner, sie haben einen Querdurchmesser von ca. 10—15, einige wenige bis 26 μck., während die äusseren 8—38 μck. Durchmesser zeigen. Auch ist noch zu bemerken, dass die Milchröhren ziemlich in der Richtung des Stengels verlaufen und weniger durch Anastomosen mit einander in Verbindung stehen. Der Siebtheil ist hier nicht viel weniger wie bei nicht milchenden Pflanzen von derselben Grösse entwickelt.

Im Blatt[1]) verlaufen die Milchröhren mit dem Gefässbündel, an den Gabelstellen sich ebenfalls (in die Seitennerven) verzweigend. Abläufer der Milchröhren vom Bündel wie sie Hanstein[2]) gesehen, kommen mehrfach vor. Lactuca sativa und Lactuca Scariola zeigen in Bezug auf die Lagerung der Milchröhren keine besonders wichtigen Abweichungen.

β

Die Milchröhren liegen nur aussen um das Bündel.

Einige Pflanzen von Campanula rapunculoides hatte ich ca. 5—6 Tage in Alkohol gelegt.

Die Wurzel enthielt soviel Inulin, dass brauchbare, deutliche Schnitte nicht hergestellt werden konnten. Frische Pflanzen sowie solche, die in Wasser einige Tage gelegen hatten, besonders letztere waren zur Untersuchung geeigneter. Die Wurzel lässt einen deutlich-strahligen, centralen Holzkörper erkennen, welcher drei- bis viermal grösser als die Rinde ist. In letzterer liegen, und zwar in der Innenrinde, die Milchröhren. Der Holzkörper wird von der Cambiumzone umgeben und an diese nach aussen zu an-

[1]) Hanstein's Milchgef. Taf. VIII 2. Berlin 1864.
[2]) Ebendaselbst, IX 13—15.

grenzend liegt der nicht allzugrosse Siebtheil mit den Milchröhren. Der Lauf der Milchröhren ist ein der Richtung der Wurzel entsprechender, Anastomosen zwischen Milchröhren konnte ich nicht wahrnehmen.

Der Stengel ist hohl, die Mittelrinde wird durch eine Endodermis von der Innenrinde getrennt. In letzterer liegen die Milchröhren in nicht sehr grosser Menge, sie sind aber dick und mit starken Membranen versehen. Im Holzkörper kann man den primären Holzkörper von den secundären Holzablagerungen deutlich unterscheiden. An den Holzkörper schliesst sich das Markparenchym an, welches in der Mitte eine Höhlung lässt. Der Längsverlauf der Milchröhren ist ein gerader, Anastomosen konnte ich nicht viele wahrnehmen: der Siebtheil ist hier mässig entwickelt.

Der Verlauf der Milchröhren im Blatte ist dem von Lactuca ähnlich, auch hier verlaufen die Milchröhren mit dem Bündel, nach dem Palisadenzellen zu gerichtete blinde Endigungen waren nicht zu finden. Der Gehalt an Stärke im Blatte war ein verhältnissmässig grosser.

Als nächste zu untersuchende Pflanze wählte ich Specularia. Das Material hatte 14 Tage bis drei Wochen in Spiritus gelegen.

Der Querschnitt durch die Wurzel zeigte einen strahligen, centralen 4—5 Mal grösseren Holzkörper als die Rinde. In der Rinde, und zwar der Innenrinde, liegen die Milchröhren in nicht sehr grosser Anzahl. Eine bestimmte Anordnung liess sich nicht erkennen. Um den Verlauf der Milchröhren auf dem Längsschnitte besser verfolgen zu können, fand ich den Zusatz von Jodjodkaliumlösung zum Präparate sehr geeignet. Es tritt dabei eine starke Gelbfärbung des Milchröhren-Inhaltes ein und dieselben werden deutlicher. An dieser Stelle möchte ich gleich erwähnen, dass mir dieses Reagenz besonders dort gute Dienste geleistet hat, wo ich mich annähernd über die Lagerung der Milchröhren orientirt hatte, jedoch der

Zusatz von Glycerin, Alkohol und Wasser nicht genügten, das Bild so deutlich zu machen, um genaue Zeichnungen aufnehmen zu können.

In der Wurzel von Specularia verlaufen die Milchröhren in der Richtung der Wurzelaxe, Anastomosen derselben konnte ich nicht bemerken.

Der Querschnitt durch den Stengel ist viereckig. Auch hier wird die Mittelrinde von der Innenrinde durch eine Endodermis getrennt. In der Innenrinde liegen die Milchröhren in den geringen Siebtheil eingebettet. Hier zeigen die um die Milchröhren liegenden Zellen strahlige Anordnung und verschmälern sich keilförmig nach den Milchröhren zu, also gerade so wie bei Chelidonium majus und Lactuca. Das Längsschnittpräparat, welches ich durch Zusatz von Jodjodkaliumlösung deutlicher gemacht hatte, zeigte die Milchröhren in der Richtung des Stengels verlaufend, durch Anastomosen communicirten sie nicht miteinander. Auch war in den unter der Epidermis liegenden Zellen viel Inulin enthalten, sowohl in schönen Sphäro-Crystallen als auch in Form von Crystallgries.

Die Milchröhren im Blatte folgen dem Verlauf der Bündel, ohne Abweichungen zu zeigen und verzweigen sich auch in den Gabelstellungen der Nerven. In den Epidermiszellen fand ich eine grosse Menge Inulin, in schön ausgebildeten Sphäro-Crystallen. Leider genügte die mir zu Gebote stehende Menge von Blättern nicht, um eine quantitative Bestimmung des Inulins ausführen zu können. Bis jetzt hat man meines Wissens das Inulin[1]) nur in den Wurzeln gefunden, vereinzelt im Stengel und nur einmal in den fleischigen Blättern von Selliera radicans, und würde dies ein fernerer Beleg dafür sein, dass das Inulin auch in den Blättern vorkommt.

[1]) Ueber das Inulin: Sachs, Bot. Zeitung 1864.
„ Kraus, Bot. Zeitung 1875.
„ Prantl, München, 1870.

Zur weiteren Untersuchung hatte ich einige Pflanzen von Taraxacum officinale mehrere Tage in Alkohol gelegt.

Hier ersieht man aus dem Querschnitte der Wurzel,[1]) dass der centrale Holzkörper sehr klein ist. Die Mittelrinde entspricht ungefähr der Grösse des Holzkörpers, während hingegen die Innenrinde um das Doppelte grösser ist. In der Mittel- wie Innenrinde liegen die Milchröhren in ca. 8—10 dichten Kreisen angeordnet, und zwar innen dichter als aussen. In der mittleren Rinde finden sich keine Siebröhren, während in der Innenrinde die sich dort vorfindenden Siebröhren mit den Milchröhren[2]) verbunden sind. Die Milchröhren in der Wurzel stellen ein mächtig verbreitetes und zergliedertes System dar, welches durch häufige Quer-Anastomosen untereinander verbunden ist. Die Röhren an und für sich sind von relativ bedeutender Dicke, an manchen Stellen mit runden, länglichen, auch hakenförmigen Ausbreitungen versehen. Um ein klares Bild über den Lauf der Milchröhren aus der Wurzel nach den oberirdischen Theilen der Pflanze zu bekommen und um die Anordnung und Vertheilung in diesen verfolgen zu können, machte ich eine Serie succedaner Querschnitte durch diese Theile. In dem unteren Theile der Wurzel fand ich die Verhältnisse wie oben angegeben, in den folgenden nach oben zu begann sich der Holzkörper durch Einschnürungen zu theilen, später zeigte sich in der Mitte eine Höhlung, der Holzkörper war etwas zurückgedrängt und in mehrere Bündel aufgelöst, um welche sich in concentrischen Halbkreisen nach aussen zu die Milchröhren anschlossen. Weiter nach oben, an einer dem Uebergange in den oberirdischen Theil noch näheren Stelle, war die Höhlung fast ganz an die äussere Rindenschicht gedrängt,

[1]) Berg's Atlas, Quer- und Längsschnitte der Wurzel. Hanstein's Milchgefässe, Berlin 1864, Taf. IX 1 u. 2, Taf. IX 5, Taf. IX 6.

[2]) Hanstein's Milchgef., Berlin 1864, Tafel IX 6.

und die vielen grösseren und kleineren Holzbündel hatten sich mehr nach zwei Seiten gelagert, jedes Bündel war an der äusseren Seite mit vielen in concentrischen Halbkreisen geordneten Milchröhren versehen. Und endlich sah ich, dass die vielen Bündel mit ihren Milchröhren in den Blüthenschaft und die verschiedenen Blätter sich vertheilten und so eine Fortsetzung in alle Theile der Pflanze bildeten.

Der Blüthenschaft,[1]) welcher einen Theil dieser Bündel bekommen hatte, war innen hohl, die Bündel hatten sich in einen Kreis gestellt und an der äusseren Seite des Phloems lag ein Halbkreis von Milchröhren. Ein Bündel des Blüthenschaftes genauer studirt, ergab folgende Lagerung seiner Elemente: Der Siebtheil liegt in der Mitte, auf der inneren Seite desselben liegen die grossen Gefässe und auf der äusseren Seite in einer Reihe die Milchröhren, welche den Siebtheil wie einen Gürtel auf dieser Seite umgeben. Ausserhalb an die Milchröhren schliesst sich die Stärkescheide an.

Auch hier verlaufen die Milchröhren unter sich anastomosirend parallel der Axe des Schaftes. Sie schmiegen sich oftmals an die Stärkescheide an.

Im Blattstiel wie im Blatt selbst ist der Verlauf der Milchröhren ein gleicher, auch hier gehen sie mit den Nerven, auch hier verzweigen sie sich in den Gabelstellen. Ausläufer der Milchröhren nach den Palisadenzellen zu konnte ich nicht finden.

Die folgende Pflanze, welche ich untersuchte, war Papaver somniferum. Ich verwendete auch hier Alkoholmaterial, welches ca. 8 Tage in Spiritus gelegen hatte.

Die Wurzel von Papaver somniferum besteht aus einem centralen, strahligen Holzcylinder, welcher zwei bis drei Mal grösser als die Rinde ist. In letzterer liegen die Milchröhren in Gruppen beisammen, die Siebröhren sind in nicht grosser Menge vorhanden. Der Verlauf der

[1]) Hanstein's Tafeln IX 3 und 4.

Milchröhren ist geschlängelt, sehr oft sind sie durch Anastomosen miteinander verbunden.

Im Stengel liegen die Milchröhren sowohl im als am Siebtheil. Sie verlaufen mehr gerade und anastomosiren nicht in dem Masse als in der Wurzel. Die Bündel liegen in kreisförmiger Anordnung, sie sind bald grösser bald kleiner, auf der inneren Seite liegt der Holztheil, auf der peripherischen Seite der Siebtheil mit den Milchröhren. Ein anderes Aussehen bieten die Bündel in der eigenthümlichen, für Papaver charakteristischen knopfförmigen Anschwellung unterhalb der Mohnkapsel. Hier liegen circa 10 Bündel in kreisförmiger Anordnung, in der Mitte der Holztheil, um diesen herum der Siebtheil mit den Milchröhren, doch kann man bei diesem oder jenem Bündel erkennen, dass das Bündel nicht ganz geschlossen ist, sondern ein oder einige Reihen von Parenchymzellen sich dazwischen schieben. Der Verlauf der Milchröhren ist auch hier geschlängelt.

Der Querschnitt durch die junge Frucht lässt die den Bündeln entsprechenden zehn falschen Scheidewände erkennen, an welchen die vielen kleinen Samen ansitzen. Jedes grössere Gefässbündel hat sich in mehrere kleine getheilt, welche sowohl in der Placenta als auch in der Peripherie der Fruchtkapsel liegen. Die Gefässbündel haben hier wieder die Gestalt der Bündel im Stengel, nämlich auf der einen Seite den Gefässtheil, auf der andern den Siebtheil mit den Milchröhren. In der Peripherie zweigen sich die Milchröhren in grosser Zahl von den Gefässbündeln ab und gabeln sich nach den chlorophyllhaltigen Zellen zu in viele Aeste, sodass die Milchröhrenzweige rings um die Peripherie der Kapsel wie eine Phalanx ausgebreitet sind. Die Milchröhren sind vielfach angeschwollen, an den Enden in mehrere Spitzen getheilt und dicht mit Milchsaft erfüllt.

Im Blatte dagegen ist die Verbreitung der Milchröhren im Verhältniss zur Frucht eine bei weitem geringere. Aus-

läufer der Milchröhren in das Parenchym kommen vor, jedoch nicht in dem Masse, wie in der grünen Frucht.

Auch bei Hieracium, Cichorium, Mulgedium, Tragopogon, Sonchus, Codonopsis und den meisten Pflanzen mit **Milchröhren** liegen die Letzteren gleich einer Phalanx aussen um den Siebtheil und sind hierher zu rechnen.

Da ich bei meinen Untersuchungen der Milchbehälter zu öfteren Gelegenheit hatte, milchende Compositen zu untersuchen, so fiel es mir auf, dass es nur immer Pflanzen waren, welche den Liguliflоren angehörten, ich glaubte nun, dass dies event. ein Charakteristicum der Liguliflоren sei. Um nun Gewissheit zu erhalten, wie weit dies ein Charakteristicum der Liguliflоren sei, untersuchte ich von jeder Gattung der Liguliflоren eine Art, und wo viele Arten waren, z. B. Hieracium, nicht weniger als zwölf Arten. Ferner untersuchte ich alle Tubuliflоren, welche ich mir beschaffen konnte.

Es stellte sich heraus, dass alle von mir untersuchten Liguliflоren Milchsaft hatten, während dies allen Tubuliflоren abging.

Ich lasse hier kurz alle untersuchten Pflanzen folgen:

Milchende Liguliflоren:

Scolymus hispanicus, Lampsana communis, Cichorium Intybus, Cichorium Endivia, Hypochoeris radicata, Tragopogon pratensis, Scorzonera austriaca, Podospermum, Leontodon, Thrincia, Picris hieracioides, Picris Sprengeriana, Helminthia, Taraxacum officinale, Chondrilla, Prenanthes muralis, Prenanthes purpur, Lactuca virosa, Lactuca sativa, Lactuca Scariola, Sonchus fruticosus, Sonchus oleracius, Mulgedium alpinum, Crepis, Hieracium tartaricum, Hieracium praecox, Hieracium tardans, Hieracium pratense, Hieracium virosum, Hieracium umbellatum, Hieracium stoloniflorum, Hieracium Schmidtii, Hieracium cymosum, Hieracium amplexicaule, Hieracium Morisianum, Hieracium pilosella,

Mit Ausnahme von Gundelia[1]) sind die Tubuliflorеn nicht milchend:

Eupatorium cannabinum, Tussilago Farfara, Petasites, Aster, Bellis perennis, Erigeron acre, Solidago Virgaurea, Buphthalmum salicifolium, Inula Helenium, Xanthium, Silphium, Madia, Helianthus annuus, Zinnia, Guizotia, Spilanthes oleracea, Tagetes, Gnaphalium dioicum, Artemisia vulgaris, Tanacetum vulgare, Cotula, Achillea Ptarmica, Anthemis Cotula, Anacyclus officinarum, Chrysanthemum Leucanthemum, Matricaria Chamomilla, Senecio vulgaris, Arnica montana, Calendula officinalis, Cirsium, Carduus, Lappa tomentosa, Xeranthemum annuum, Serratula, Centaurea Jacea, Cnicus benedictus, Carthamusus tinctorius.

Es ist somit hierdurch noch genauer und vollständiger als bisher festgestellt, dass alle Liguliflorеn Milchsaft-führende Pflanzen sind, während die Tubuliflorеn mit sehr seltenen Ausnahmen als nicht milchende Pflanzen zu bezeichnen sind.

γ

Die Milchzellen liegen im Kreise ausserhalb des Holzkörpers, oft auch welche im Mark.

Von diesen ist es zuerst Euphorbia Cyparissias, welche ich erwähnen möchte. Zur Untersuchung zog ich Pflanzen heran, welche einige Tage in Alkohol gelegen hatten.

Die Wurzel hat einen centralen Holzkörper, an welchen sich die Rinde mit den Milchzellen anschliesst. Die Milchzellen liegen in der Innen- und Mittelrinde, die der Innenrinde haben einen Gesammtdurchmesser von ca. 16 μck., die der Mittelrinde ca. 33,75 μck. Der Längsverlauf zeigt die Milchzellen im parenchymatischen Gewebe, dieselben sind an einigen Stellen stark verdickt, mit grösseren

[1]) De Bary, Anatomie 195.

und kleineren Auszweigungen. Es ist hierbei nöthig, um ein klares Bild zu erhalten, das Präparat ein wenig zu erwärmen.

Der Stengel zeigt folgende Anordnung seiner Elemente: In der Mitte ist das sechs- bis achtzackige Mark, welches ungefähr $^1/_5$ des ganzen Stengels bildet, später vollständig verschwindet und keine Milchsaftzellen enthält. Um das Mark herum liegt der strahlige Holzkörper, welcher wiederum aussen von dem Cambium umgeben ist. An dieses schliesst sich die Innenrinde an. Die im Phloem liegenden Milchzellen sind ebenfalls wie in der Wurzel von kleinerem Durchmesser als die der Mittelrinde. Die Membran der Milchzellen ist stark verdickt. Auf dem Längsschnitte sieht man die Milchzellen bald gestreckt, bald sich windend und an den Enden sich verzweigend verlaufen.

Im Blatte laufen die Milchzellen mit den Nerven oder in deren unmittelbarer Nähe, da und dort mit ihren stumpfen Enden sich im Parenchym verlierend. Die Milchschläuche führten viel Stärke.

Als nächste zu untersuchende Pflanze wählte ich Euphorbia canariensis. Es war eine ca. $^1/_2$ Fuss hohe mit vielen kleinen Wurzeln in Boden nicht allzusehr befestigte Pflanze. Der Stengel ist fleischig, dick, höckerig und mit Stacheln besetzt, Blätter besitzt dieselbe nicht. Die Pflanze hatte ich vor der Untersuchung einige Tage in Alkohol gelegt.

Der Querschnitt durch die kleinen Wurzeln zeigt in der Mitte einen dichten Holzkörper. Um diesen herum die Innenrinde mit vielen und dicken Milchzellen, dann die Mittelrinde, welche keine Milchzellen enthält. Der Querdurchmesser der Milchzellen ist sehr bedeutend, besonders im Verhältniss zu den anderen Elementen der Wurzel, er beträgt für die Milchzellen im Durchschnitte 32 μck., für die Zellen der Mittelrinde 40 μck., für die Zellen der Innenrinde 27 μck. und für die Holzgefässe 18,75 μck. Auf dem tangentialen Längsschnitt sieht man, dass sich

die Milchzellen sehr verzweigen und so ein förmliches Netz um den Holzkörper herum bilden.

Der Stengel ist, wie schon oben bemerkt, sehr dick, der Querschnitt zeigt in der Mitte das grosse Markparenchym, welches einige Milchschläuche enthalt, die an den Enden fortwachsend unregelmässig im Mark verlaufen. Die Verdickung der Membran dieser markständigen Milchschläuche ist geringer als die der um den Holzkörper liegenden Milchschläuche. Um das Mark herum, fünfseitig angeordnet, liegen die grossen, dicken Milchschläuche. Die fünf Seiten entsprechen der Form des Stengels und an den Ecken der Seiten, nach der Peripherie zu, befinden sich die gewölbten mit je zwei Stacheln versehenen Kanten. Der Holztheil ist sehr schwach entwickelt, nur nach den Kanten zu sieht man einige Gefässbündel, auf beiden Seiten von vielen Milchschläuchen begleitet, verlaufen. Die Milchzellen verzweigen sich auch hier reichlich und in den Kanten schicken sie viele Zweige in das stark chlorophyllhaltige, peripherische Gewebe. Gefässe sind im Verhältniss wenige vorhanden, dasselbe gilt noch mehr für den Siebtheil, welcher stark reduzirt ist. Die Membran[1]) der inneren Milchzellen beträgt im Querschnitte ca. 8—10 μck., was $^1/_3$ des ganzen Milchschlauches ist.

Bei Euphorbia resinifera ist die Lagerung nach einer Angabe von Tschirch[2]) ähnlich wie bei Euphorbia canariensis, mit der die genannte Pflanze ja auch nahe verwandt ist.

Zur Untersuchung von Euphorbia splendens verwendete

[1]) Schwendener: Einige Beobachtungen von Milchsaftgef. Acad. der Wissensch. Berlin. Taf. I 8.

Nach Sch. 10—16 μck. Querdurchmesser, da er auch Euphorbia splendens mit hinzunimmt, welche nach meinen Messungen 10—15 μck. Membran-Durchmesser haben.

[2]) A. d. Artikel: Euphorbium in der Realencyklop. der ges. Pharmacie. Bd. IV.

ich frisches Material. Der anatomische Bau hat grosse Aehnlichkeit mit den schon vorher erwähnten Euphorbiaceen.

Der Querschnitt durch die Wurzel lässt in der Mitte den Holzcylinder erkennen, welcher dieselbe Grösse als die Rinde besitzt. Die Innenrinde ist wieder derjenige Theil, welcher die dicken Milchröhren führt, dieselbe ist halb so gross, als die Mittelrinde. Aus dem Längsschnitte ersieht man, dass die Milchschläuche wellenförmig verlaufen, sich auch öfters zurückbiegen, sodass sie die ganze Innenrinde wie besät anfüllen.

Der Stengel[1]) ist kantig und aussen mit langen Stacheln besetzt. Er trägt auch entgegen Euphorbia canariensis Blätter, jedoch nicht in grosser Menge. Er enthält in der Mitte Markparenchym. In diesem einige Milchschläuche, welche an ihren Enden fortwachsend unregelmässig das Mark durchziehen. Um das Mark schliesst sich ein breiter Ring von Xylem an. Letzteres ist mit Einbuchtungen versehen, welche daher kommen, dass sich einige Gruppen von Holzgefässen vom Ringe abgewendet haben und nach den starkentwickelten Kanten des Stengels zu laufen. Dem Holzkörper liegt das wenig entwickelte Phloem an und dieses wird wiederum von den grossen, mit sehr starken Membranen versehenen Milchzellen umgeben. Die Membran der Schläuche[2]) beträgt 10—15 μck. im Durchmesser. Die vom Holzkörper ablaufenden Bündel werden von allen Seiten von Milchschläuchen begleitet. Diese Milchschläuche laufen dann meistens vom Bündel ab nach der Peripherie zu, verzweigen sich noch hie und da und senden ihre Enden in das stark chlorophyllhaltige Gewebe. Man sieht daher rings um die Peripherie des Stengels Enden von Milchschläuchen, welche sich nach dem chlorophyllhaltigen Gewebe zu erstrecken, und wenn sie es erreicht haben, sich diesem anschmiegen.

[1]) Hanstein's Milchgef. Taf. X 18.

[2]) Abbildung Taf. I 10 u. 11 in Schwendener. Einige Beobachtungen an Milchgef. Acad. d. Wissensch. 1885.

Blattstiel und Blatthauptnerv bieten keine Abweichungen dar, der Verlauf der Milchzellen ist nur mehr ein der Axe entsprechender.

Im Blatte verlaufen die Milchzellen mit den Gefässbündeln, in die Gabelungen biegen sie mit ein, verzweigen sich und legen sich mit den Enden häufig an Parenchymzellen an. Auch ist hier der Gehalt der Milchschläuche an Stärke[1]) ein bedeutender zu nennen, sie hat die bekannte Knochengestalt.

Zur Untersuchung von Ficus elatica verwendete ich Alkoholmaterial.

Der Querschnitt durch den Blattstiel zeigte, dass hier und da in der Mittelrinde Milchschläuche liegen, welche von meist fünf Parenchymzellen umgeben sind. Diese mit dem Milchschlauch zusammen lassen das Ganze als Rosette erscheinen. In dem inneren Theile der Rinde sind grössere Interzellularräume, welche an die die Milchschläuche umgebenden Zellen angrenzen. Es liegen hier mehr Milchschläuche als in der Mittelrinde, und werden dieselben von fünf bis sechs, seltener sieben Zellen umgeben, welche das Ganze ebenfalls rosettenartig erscheinen lassen; Siebröhren sind nur wenig vorhanden. An das Cambium schliesst sich der Holzkörper an, welchen nach innen zu das centrale Markparenchym umgiebt, welch' letzteres mit Milchschläuchen angefüllt ist. Hier werden die Milchschläuche meist von vier Zellen umgeben. Der Verlauf derselben in der Mittel- und Inneren-Rinde ist ein mehr der Axe des Blattstieles entsprechender, während dieselben im Mark mehr geschlängelt, auch öfters zwei Schläuche eine ganze Strecke nebeneinander verlaufen. Durch den Blattstiel treten die Milchschläuche mit dem Bündel in den Blatthauptnerv ein, gehen dann mit in die

[1]) Schwendener. Einige Beobachtungen an Milchgef. Berichte d. Acad. d. Wissensch. Berlin 1885. Taf. I 2, 3.

Seitennerven und endigen öfters vielfach verschlängelt im Parenchym des Blattes.[1])

Als nächste zu untersuchende Pflanze wählte ich Ficus scandens, das Material hatte ich einige Tage in Alkohol gelegt.

Zuerst stellte ich mehrere Querschnitte durch den Stengel her. Das Präparat liess eine verkorkte Aussenrinde wahrnehmen, an welche sich die grüne Rinde anschloss. Auf diese folgt ein hier und da unterbrochener Gürtel von Bastzellen und dann der entsprechend entwickelte Siebtheil. In und an diesem liegen die Milchschläuche, der Verlauf letzterer ist etwas geschlängelt, im Ganzen der Lage der Axe entsprechend. Der Holzkörper liegt innerhalb des Siebtheils und schliesst das grosse Mark, welches mit vielen und dicken Milchschläuchen besäet ist, ein. Der Verlauf der Milchschläuche ist auch hier ein der Organsaxe entsprechender.

Das Blatt, welches ich dann untersuchte, zeigte die Milchschläuche in grosser Menge, hauptsächlich mit den Nerven verlaufend und sich mit denselben verzweigend. Zu öfteren fand ich die Enden der Milchröhren vom Bündel ablaufend und sich im Parenchym erstreckend vor.

Hier möchte ich auch in Kurzem derjenigen Pflanzen gedenken, welche das Guttapercha und derjenigen, welche das Kautschuk liefern. Das Material stammt aus dem grossen Herbarium des Königlichen botanischen Museums zu Berlin. Zur Verfügung stand mir ein Stückchen vom Stengel und ein Blatt von Dichopsis obovata Clarke. Einige Querschnitte durch den Stengel behandelte ich mit Alkohol und Ammoniak, andere mit Kalilauge, ich fand jedoch, dass beide Methoden nicht ganz genügten, ein gutes Präparat herzustellen. Ich ging daher mit Schultze'scher Macerationsflüssigkeit vor und erwärmte vorsichtig. Jetzt wurden die Schnitte gelblich, der Farbstoff war zerstört und ich bekam

[1]) Eine Abbildung findet sich in Hanstein's Milchgef. Taf. II 1 u. 2.

gute Präparate. Der auf diese Weise nun hergestellte Querschnitt durch den Stengel zeigte eine verkorkte Aussenrinde, eine grosse Mittelrinde mit ausserordentlich vielen Milchbehältern von bedeutendem Querdurchmesser circa 60—70 μck. Nun folgten Bündel von Bastzellen und dann das Phloem, ferner ein Holzcylinder, welcher durch das Cambium von der Rinde getrennt wurde und innerhalb des Holzcylinders das Mark, wiederum angefüllt mit unzähligen Milchsaftbehältern. Die Milchsaftbehälter des Markes sind von noch grösserem Querdurchmesser (80—100 μck.) als die der Rinde. Die Längsschnitte, ebenfalls auf obige Weise hergestellt, zeigten, dass die Länge der Milchsaftbehälter sehr variirt, viele sind nur etwas länger als breit, viele auch schlauchartig. Es stossen oft zwei, drei Zellen der Länge nach aneinander, nirgends konnte ich aber finden, dass die Zwischenwände der Milchzellen fehlten oder perforirt waren. Es sind daher die Milchbehälter von Dichopsis obovata Clarke Milchzellen.[1])

Nun nahm ich das Blatt und behandelte die daraus hergestellten Schnitte mit Alkohol und dann mit concentr. Salpetersäure. Die Lagerung der Milchzellen im Blatte ist in nächster Nähe der Nerven, man sieht aber auch dieselben sich im Blattparenchym erstrecken.

Das nächste mir zu Gebote stehende Material bestand in Stengel und Blatt von Payena Maingayi Clarke.

Zuerst stellte ich mir Quer- und Längsschnitte durch den Stengel her, welche ich wie oben angegeben behandelte, Ich erhielt gute Präparate. Der anatomische Bau hatte Aehnlichkeit mit dem Bau des Stengels von Dichopsis

[1]) Aus De Bary's Anatomie 158 ersehe ich, dass auch schon einige Pflanzen aus der Familie der Sapoteen von K. Wilhelm untersucht sind. Es sind dies: Bumelia tenax W., Sideroxylon mastichodendron Jacq., Isonandra Gutta. Diese stimmen im wesentlichen mit den von mir untersuchten überein. Auch K. Wilhelm konnte bei seinen untersuchten Pflanzen keine Verschmelzungen der Milchzellen finden.

obovata Clarke. Auch hier war eine verkorkte Aussenrinde zu sehen, an welche sich die Mittelrinde anschloss, letztere erfüllt mit vielen Milchsaftzellen. Es sind jedoch erstens nicht so viele Milchsaftzellen vorhanden, als in der Rinde von Dichopsis obovata Clarke und zweitens sind die Zellen von bei weitem geringerem Querdurchmesser, ca. 45—60 μck. Auf die Mittelrinde folgen in zwei Kreisen Bündel von Bastzellen und dann das Phloem. Diesem schliesst sich das Cambium an, dann der Holzcylinder und innerhalb dieses das Mark. Letzteres war zum grössten Theil nicht mehr vorhanden. Aus dem vorhandenen Mark konnte ich jedoch feststellen, dass auch hier sehr viele markständige Milchzellen waren, welche einen Querdurchmesser von ca. 60—70 μck. zeigten. Die Länge der Milchsaftzellen ist sehr verschieden, bald nur etwas länger als breit, bald Schläuche von ansehnlicher Länge. Auch hier grenzten einige der Länge nach aneinander, Zellfusion oder Perforation fand ich nirgends. Es sind also auch hier die Milchsaftbehälter Milchsaftzellen.

Die Vertheilung und Anordnung der Milchzellen im Blatte bietet keine wesentlichen Verschiedenheiten von der im Blatte von Dichopsis obovata Clarke dar.

Von den Pflanzen, welche hauptsächlich das Kautschuk liefern, stand mir Stengel und Blatt von Hevea guianensis Aubl. (Siphonia elastica Pers.) einer Euphorbiaceae zur Verfügung.

Der Querschnitt durch den Stengel, auf dieselbe Weise wie bei Dichopsis und Payena hergestellt, lässt eine verkorkte Aussenrinde erkennen, an welche sich die Mittelrinde anschliesst. Hierauf folgen Bündel von Bastzellen und dann ein breiter Ring von Milchzellen. Letztere sind in beträchtlicher Menge vorhanden, haben aber einen sehr geringen Querdurchmesser. Nun folgt nach innen zu das Phloem und in demselben noch eine Reihe von Milchzellen, welche wie der Ring in einem Kreise angeordnet sind. An das Phloem schliesst sich das Cambium und diesem der

Holzkörper an. Innerhalb des Holzkörpers befindet sich das Mark mit vielen Milchzellen, welche einen grösseren Querdurchmesser als die Milchzellen der Rinde haben. Der Verlauf der Milchzellen ist gleich dem der übrigen Euphorbiaceen, sie durchziehen die ganze Rinde und verzweigen sich reichlich. Im Marke hingegen verlaufen sie mehr gerader. Durch den Blattstiel treten die Milchzellen in das Blatt ein und durchziehen mit den Nerven das ganze Blatt, auch senden sie zu öfteren ihre Enden in das Blattparenchym.

Auch die Milchröhren der Rinde von Gonolobus Condurango sind, wie ich aus mir gütigst von Herrn Dr. Tschirch zur Verfügung gestellten Zeichnungen ersehe, aufs innigste mit dem Siebtheile, besonders den Siebröhren verknüpft.

Aus den obigen Untersuchungen geht hervor, dass erstlich eine innige Beziehung der Milchröhren und Milchzellen zu den Siebelementen, besonders den Siebröhren und der Stärkescheide, allenthalben hervortritt, eine Beziehung, die sich schon in der anatomisch-topographischen Lagerung ausspricht und dass ferner die Milchröhren die Anordnung vor dem Siebtheil (nach aussen zu) jeder anderen vorziehen, ja der Regel nach unmittelbar aussen sich an den Siebtheil anlegen.

B.

Schizogene Milchbehälter.

Bevor ich näher auf diese Behälter eingehe, möchte ich kurz die Entstehung dieser Behälter nach A. B. Frank's[1]) Untersuchungen hier erwähnen.

A. B. Frank sagt: Auf dünnen Querschnitten durch jugendliche Stammorgane liegt an Stelle des Markes, wo später

[1]) A. B. Frank. Ueber Entstehung der Interzellularräume der Pflanzen. Leipzig 1867.

die Milchkanäle stehen, eine Gruppe kleiner Zellen, welche wie die übrigen mit Protoplasma erfüllt sind. Die mittleren derselben sind in eine Rosette gestellt und zeichnen sich durch abgerundete Form aus. Das erste Auftreten des Interzellularkanales besteht nun darin, dass diese letzteren Zellen im Mittelpunkte der Rosette ein wenig auseinander gewichen erscheinen, sodass sie alle mit ihren dem Centrum zugekehrten Theilen an der Bildung eines engen Hohlraumes betheiligt sind. Zugleich sieht man in ihnen Theilungsprocesse in radial gegen den Interzellularcanal verlaufender Richtung, während jede der Tochterzellen allmählig zur Grösse ihrer Mutterzelle heranwächst.

Den gleichen Entstehungsgang zeigen die Canäle der Rinde.

Bei Rhus typhina sind also sowohl im Mark als auch in der Rinde solche Milchsaftbehälter, der Verlauf derselben ist im allgemeinen ein gerader, es kommen jedoch auch Verzweigungen und Anastomosen vor. Der Uebergang dieser Behälter in das Blatt geschieht gemeinschaftlich mit dem Gefässbündel. Die Bildung des Milchsaftes in den Behältern tritt, wie auch A. B. Frank gezeigt hat, gleichzeitig mit der Bildung der Canäle ein und erhält sich bis die Pflanze erwachsen ist.

Die Entstehung der Canäle bei Alisma Plantago hat A. B. Frank am Querschnitt durch Blattstiele beobachtet. Er sieht, dass eine mit stark lichtbrechendem Protoplasma erfüllte Zelle sich simultan oder in schneller Folge succedan in vier Tochterzellen theilt, hierauf tritt weitere Theilung der Zellen durch Scheidewände ein und gleichzeitig beginnen die Zellen in dem Centrum der Rosette, in welchem sie alle mit sehr spitzen Winkeln zusammenstossen, etwas von einander zu weichen und so einen Gang zu eröffnen. Sobald dies geschehen, tritt auch hier die Bildung von Milchsaft auf. Hier dauert die Bildung des Milchsaftes nicht so lange, schon bei Blättern von etwas vorgerückter Entwicklung ist kaum noch Milchsaft vorhanden.

Carl Müller[1]) beschreibt in seiner Arbeit „den Bau der Ausläufer von Sagittaria sagittifolia“ auch die in diesen vorkommenden Milchcanäle. Diese sind, wie A. B. Frank[2]) constatirt hat, schizogenen Ursprungs.

Müller sagt: die in dem Knollenträger vorkommenden Milchsaftcanäle liegen meist in den Kanten der Lacunen, die durch Vereinigung von vier Längsplatten gebildet werden, doch finden sich auch einige in den Kanten, welche aus drei oder fünf Platten entstehen. Sie durchlaufen die Internodien des Knollenträgers unverzweigt, nur in den Knoten senden sie Abzweigungen in die schuppenförmigen Niederblätter. Reichere Verzweigung resp. Anastomosen bilden sie an der Grenze zwischen dem letzten Internodium und der Knolle. Im Querschnitte erscheinen sie sechseckig von fünf selten sechseckigen Secernirungszellen umgeben, welche mit meist scharfen Ecken lückenlos in das umgebende Parenchym eingelagert sind. Seltener sind die Milchcanäle fünfeckig. Die secernirenden Zellen sind viel kleiner als die sie umgebenden Parenchymzellen. In der Knolle verlaufen die Milchcanäle in mannigfacher Verzweigung. Sie haben ca. die sechsfache Weite der der Knollenträger. Die secernirenden Zellen des Canals der Knolle sind tangential stets fünfeckig. Auch sind hier um den stark fünfkantigen Canal fünf secernirende Zellen. Die Milchsaftcanäle kommen in grosser Menge vor. Die Milchcanäle in den Niederblättern verlaufen parallel und alternirend zwischen den Leitbündeln gleich den der Knollenträger. Ihre Lage ist in der ersten oder zweiten Parenchymzellenschicht, also der nach aussen gewandten Seite der Niederblätter zu, die Leitbündel hingegen nach der innen gewandten Blattseite zu.

[1]) Carl Müller. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 18. November 1884.

[2]) A. B. Frank. Ueber Entstehung der Interzellularräume der Pflanzen. Leipzig 1867.

Die Milchbehälter der persischen Umbelliferen hat A. Tschirch[1]) einer Untersuchung unterzogen. Er stellte fest, dass die Entstehung dieser Milchsaftbehälter gleich der Entstehung der Oelbehälter der Umbelliferen ist. Es sind also schizogene Milchsaftbehälter. In Bezug auf die anatomische Lagerung dieser Behälter entnehme ich dieser Arbeit, dass bei Ferula Scorodosma Bentham et Hooker[1]) die Wurzel einen strahligen Holzkörper hat, um welchen sich die Cambiumzone und dann die sehr breite Rinde anschliessen. In der Rinde liegen die Milchsaftbehälter, welche meist in concentrischen Kreisen angeordnet sind, was besonders deutlich in der inneren Rinde zu beobachten ist. Die Weite der Milchsaftbehälter ist eine ganz bedeutende,[2]) ca. 67—100 μck., bei älteren Exemplaren 170 bis 200 μck., sodass sie schon mit blossem Auge als feine Pünktchen zu erkennen sind.

Die Milchbehälter sind sehr lang, mehr oder weniger gewunden und durchlaufen die ganze Rinde der Wurzel.

Ueber den anatomischen Bau von Ferula galbaniflua[3]) erwähne ich, dass der Stengel eine breite Rinde besitzt, die von zahlreichen Collenchymbündeln durchzogen ist. An letztere legen sich die schizogenen Milchbehälter, welche besonders zahlreich in der inneren Rinde sind, regellos vertheilt an. Der Siebtheil ist verhältnissmässig wenig entwickelt, er grenzt nach aussen zu an die Milchbehälter. Letztere begleiten auch die Gefässbündel in ihrem ganzen Verlauf.

Als dritte von A. Tschirch untersuchte persische Umbellifere ist Dorema Ammoniacum[4]) zu nennen. Diese bietet im Grossen und Ganzen nicht viel Verschiedenheit

[1]) A. Tschirch. Die Milchsaft- bez. Gummibehälter der persischen Umbelliferen. Archiv der Pharm. 24. Bd. Heft 19. 1886.

[2]) Ebendas. die Abbildung.

[3]) Ebendaselbst.

[4]) Ebendaselbst.

von der vorigen dar und begnüge ich mich damit, nur dieselbe an dieser Stelle mit angeführt zu haben.

Wo einzelne Bündel entwickelt sind und die schizogenen Milchbehälter diese begleiten, liegen die letzteren stets dem Siebtheil angelagert oder gar diesem eingebettet.[1]) Sodass hier also genau die gleiche anatomisch-topographische Beziehung derselben zu den Siebelementen wahrzunehmen ist wie bei den echten Milchröhren. Dies tritt, wie ich einer mir von Herrn Dr. A. Tschirch mitgetheilten Beobachtung entnehme, auch bei den schizogenen Milchbehältern, die sich in den sog. chinesischen Gallen (den durch den Stich von Aphis chinensis auf Rhus semialata erzeugten Gallenbildung) finden, hervor. Der grosse Milchcanal liegt dem Siebtheil jedes der zahlreichen Bündel, die die Gallen durchziehen, an.

III.

Anatomisch-phisiologische Beziehungen der Milchsaftbehälter zu den anderen Elementen der Pflanze,

A.

zu den Siebröhren, dem Chlorophyllparenchym und der Stärkescheide.

Greife ich zurück auf meine anatomischen Untersuchungen, so sah ich, dass die Lagerung der Milchsaftbehälter bei allen von mir untersuchten Pflanzen immer am, hier und da auch im Siebtheil, dem die plasmatischen Baustoffe leitenden Gewebe, seinen Platz findet. Ferner sah ich, dass bei den Euphorbiaceen, welche besonders reich an Milchsaft sind, der Siebtheil schwächer entwickelt

[1]) A. Tschirch. Die Milchsaft- bez. Gummibeh. etc. Archiv der Pharm. 24. Bd. Heft 19. 1886. Mit Abbildung.

war, wie auch Haberlandt,[1]) Sachs[2]) und Tschirch[3]) eine Rückbildung des Siebtheils dort finden, wo ein besonders starkes Milchröhrensystem entwikelt ist. Berücksichtige ich ferner das auf eine Zuleitung deutende strahlenförmige Zulaufen der umgrenzenden Zellen gegen die Milchröhren hin, was besonders schön bei Chelidonium majus, Lactuca, Specularia, Ficus, Rhus, Alisma und Sagittaria zu sehen ist, ferner das Anlegen der Milchröhren (fast mit Ansaugen zu bezeichnen) an die Stärkescheidezellen wie bei Chelidonium majus und Taraxacum officinale, die Resultate von Faivre,[4]) Schullerus,[5]) Treub,[6]) Haberlandt,[1]) Schwendener[7]) und Sachs,[2]) welche Forscher auch den Gehalt an Stärke besonders gross bei den Euphorbiaceen fanden, welche Stärke nach den Verbrauchsorten translocirt wird, ziehe ich ferner die Beobachtung von mir über den Gehalt der Milchschläuche an Stärke heran, und berücksichtigt man endlich, dass die Stärke[8]) die grösste Rolle im pflanzlichen Stoffwechsel spielt, so kann und muss ich mich der Ansicht anschliessen, welche die Milchröhren als Leiter von Nährstoffen, also als Leitungsorgane auffassen. Ferner geht aus den gleichen Resultaten, zu welchen Haberlandt[1]) bei anderen milchenden Pflanzen gekommen ist und aus meinen anatomischen Beobachtungen hervor, dass die Milchschlauch-

[1]) Haberlandt. Zur physiologischen Anatomie der Milchröhren, Sitzungsbericht der Wiener Akademie. 87 B. 1883.

[2]) Sachs. Vorlesungen.

[3]) Tschirch. Euphorbium. Realencyclop. der ges. Pharm. Bd. IV.

[4]) Faivre. Recherches sur la circulation et sur le rôle du latex dans les Ficus elastica. Annales de sc. nat. V. S. 6. B. 1866.

„ Etudes physiologiques sur le latex du Mûrier blans. Annales de sc. nat. V. S. 10. B. 1869.

[5]) Schullerus. Die physiologische Bedeutung des Milchsaftes von Euphorbium Lathyris. 1882.

[6]) Treub. Notices sur l'Amidon dans les laticifer. des plant. Euphorb.

[7]) Schwendener. Einige Beobachtungen an Milchgefässen Berlin 1885.

[8]) Sachs. Vorlesungen pag. 205.

enden zwar nicht immer, aber doch häufig das Bestreben zeigen, sich nach den chlorophyllhaltigen Geweben hin zu erstrecken, diese auch in vielen Fällen erreichen und sich dort anlegen. So z. B. in der jungen Frucht von Papaver somniferum, wo die Milchschlauchenden in der Peripherie rings um die Kapsel Ausläufer in das chlorophyllhaltige Gewebe senden, ferner auch im Blatte von Papaver somniferum und Lactuca virosa, vereinzelt im Blatte von Chelidonium majus, dann im Blatte von Euphorbia Cyparissias, dem fleischigen Stengel von Euphorbia canariensis und Euphorbia splendens, sowie im Blatte des Letzteren und in den von mir untersuchten Ficus-Arten, und glaube ich mich auch in dieser Hinsicht der von Haberlandt geäusserten Ansicht anschliessen zu müssen, dass nämlich die Milchröhren in naher Beziehung zum Assimilationssystem stehen.

B.

Den Bastzellen.

Bei den von mir angestellten Untersuchungen war eins, was mir immer wieder aufstiess, ich meine die eigenartige Lagerung der Milchschläuche zu den Siebröhren. Wie eine schützende Phalanx liegen sie vor dem Siebtheil. Ich fand dies, wie auch aus dem anatomischen Theile hervorgeht, bei Chelidonium, Taraxacum, Papaver, Campanula, Jasione, Phyteuma, Lobelia, Argemone, Hieracium, Tragopogon, Sonchus, Mulgedium, Cichorium, Lactuca, den Euphorbiaceen, kurz, man kann sagen bei fast allen milchenden Pflanzen. Ich glaube, dass hier die Milchröhren noch eine andere Function haben und suchte einige Anhaltepunkte in der Beziehung ihres Vorkommens zu dem der Bastzellen. In den meisten milchenden Pflanzen war, wie schon bemerkt, der Siebtheil von den Milchröhren nach der Aussenseite zu umgeben, wo dagegen keine Milchschläuche vorhanden waren, fand ich öfters Bastgruppen.

So fand ich bei den Campanulaceen, dass Campanula rapunculoides, ebenso Specularia, Jasione, Codonopsis, Phyteuma, Adenophora keine Bastzellen aber Milchschläuche führten; von den Lobeliaceen Lobelia keine Bastzellen aber Milchschläuche und Goodenia, diesen nahe verwandt, wohl Bastzellen aber keine Milchschläuche führten. Dass ferner von den Papaveraceen Papaver, Chelidonium, Sanguinaria, Glaucium, Argemone mexicana wohl Saft und Milchsaftschläuche, aber keine Bastzellen führten. Von den Euphorbiaceen Euphorbia Cyparissias, Euphorbia pulcher, Euphorbia canariensis, Euphorbia splendens, Euphorbia Tarapacana wohl Milchschläuche aber keine Bastzellen besassen, während Stillingia, Mercurialis, Ricinus, Landolfia, Hodonia Bastzellen, aber keine Milchschläuche führten. Von den Compositen Hieracium, Tragopogon, Scolymus, Codonopsis, Taraxacum, Sonchus fruticos., Mulgedium alpinum, Cichorium, Lactuca wohl Milchschläuche, aber keine Bastbündel führten, während Artemisia, Achillea, Tanacetum etc. keine Milchschläuche, wohl aber Bastzellen hatten. Eine Ausnahme machen die Umbelliferen Persiens, sodann Ficus, Payena, Dichopsis, Hevea.

Es scheint mir aus obigem hervorzugehen, dass eine eigenthümliche Beziehung zwischen dem Vorkommen der Bastzellen und dem der Milchschläuche besteht. Die Lagerung beider nach Art schützender Belege um den zarten Siebtheil legt den Gedanken nahe, dass wir es hier in beiden Fällen mit Einrichtungen localen Schutzes des Siebtheiles bei mechanischen Verletzungen der Pflanze durch Thiere zu thun haben, denn ebenso wie die harten Bastfasern dem weiteren Eindringen des thierischen Rüssels Widerstand entgegensetzen, so wird auch der momentan ausströmende Milchsaft das Thier abschrecken.

Zur weiteren Begründung möchte ich erwähnen, dass die Functionen der Bastzellen nicht allein Zug-Druck-Biegungsfestigkeit der Pflanze herstellen, oder als local-

mechanische Schienen wirken,[1]) sondern dass sie auch den zarten Siebtheil vor eventuellen Verletzungen schützen sollen. Daher die Lagerung der Bastbündel immer vor dem Siebtheil. Ich fand nun in vielen Pflanzen mit Milchsaft keine Bastzellen, während in nahe verwandten wohl Bastzellen aber keine Milchschläuche zu finden waren. Es sei nun ferne von mir, zu behaupten, dass überall, wo Milchschläuche sind, die Bastzellen fehlen, sondern vielmehr, dass die Milchschläuche den Bastzellen die eine Function des Schutzes vielleicht abnehmen. Es werden ja auch in milchenden Pflanzen, bei welchen die Milchschläuche nicht im Stande sind, der Pflanze die nöthige Befestigung zu geben, auch mehr oder weniger Bastzellen zu finden sein. Auf keinen Fall kann ich annehmen, dass die Lagerung der Milchschläuche um den Siebtheil eine rein zufällige ist, ebenso gut könnte ja auch der Siebtheil um die Milchschläuche liegen. Die Lagerung hat vielleicht vielmehr den doppelten Zweck, sowohl der Nahrungszuführung als auch des Schutzes.

Ich möchte hiermit, wie schon oben gesagt, nicht eine definitive Behauptung aussprechen, sondern nur auf diese eigenartigen Verhältnisse aufmerksam machen.

[1]) Wie Tschirch nachgewiesen hat. Pringsh. Jahrb. f. wissensch. Botanik. XVI

IV.

Das Verhalten der milchenden Pflanzen bei Verwundungen.

Zur Constatirung, in wieweit der Milchsaft als Verschlussmittel bei Verwundungen anzusehen ist, untersuchte ich sowohl Pflanzen, welche Milchröhren, als auch Pflanzen, welche Milchzellen führten. Ueber das Verhalten der schizogenen Milchsaftbehälter der persischen Umbelliferen bei Verwundungen hatte A. Tschirch bereits Untersuchungen angestellt. Auf die Resultate komme ich später zurück. Zuerst waren es Pflanzen von Lactuca, welche ich verwundete. Die Verwundungen stellte ich in verschiedenster Art dar. Einige Pflanzen verwundete ich durch tiefe Quer- und Längsschnitte und durch Auskerbungen und zwar im Juni und Juli 1887. Der Milchsaft war herunter gelaufen und hatte die Wunde nicht bedecken können: es hatte sich in diesen Fällen Wundkork gebildet.

Die andere Art der Verwundung bestand darin, dass ich mit einer Präparirnadel versuchte, die Stiche von Insecten und sonstigen Thieren mit Rüsseln nachzuahmen. Die Verwundungen hatte ich im Juli und August gemacht. Zur Untersuchung schritt ich im August und September. Ich fand, dass der herausgeflossene Milchsaft auf der Wunde eingetrocknet war, dieselbe verschlossen hatte und wie ein Pfropfen in derselben sass. Nachdem ich mir nun durch mehrere solcher Wunden Querschnitte hergestellt hatte, schritt ich zur Entfernung des Milchsaftes sowohl auf als auch in der Wunde, was mir nach einiger Uebung mit Hilfe von Wasser, Alkohol, Aether und Ammoniak auch gelang. Nachdem ich so die Wunde gereinigt hatte, sah ich, dass hier keine Theilung der unverletzten Zellen resp. Korkbildung an der Wundstelle stattgefunden hatte. Auch lösten sich auf Zusatz von conc. Schwefelsäure zum Präparat

die Zellen auf. Es war also keine Korkbildung eingetreten, es war kein Wundkork gebildet worden. Der eingetrocknete Milchsaft hatte den Wundverschluss gebildet. Eine andere Lactuca in demselben Garten hatte ich im Juli so verwundet, dass ich mit einem scharfen Messerchen die Epidermis und 1—2 Zellenreihen auf einer Fläche von circa $^1/_2$ bis 1 cm Länge und 3 mm Breite entfernte. Einige Zellenreihen über den Milchröhren, auch die Milchröhren selbst waren nicht verletzt. Im August stellte ich Querschnitte her und untersuchte diese. Auf Zusatz von conc. Schwefelsäure blieben verkorkte Zellen zurück. Es hatte sich also Wundkork gebildet, weil bei der Verwundung keine Milchröhre verletzt worden war, welche eventuell den Wundverschluss besorgen konnte. Als Parallelversuche hatte ich einige Pflanzen von Linum verwundet, die einen sich selbst überlassen, die andern sofort mit einem Balsam verschmiert, und zwar so, dass dieser Balsam die Wunde ganz abschloss. Der Balsam bestand aus einem Gemisch von Baumwachs, Harz, Gummi und venetianischem Terpentin, die Consistenz desselben war die eines dicken Extractes. Im August untersuchte ich die Wundstellen der nicht verschmierten Pflanze, es hatte sich Wundkork gebildet. Nun nahm ich die mit Balsam verschmierten Wunden vor. Zuerst entfernte ich den Balsam aussen an der Wunde und in der Wunde vollständig, was mir dadurch gelang, dass ich die Wunde mit Terpentinöl, Aether und Alkohol so lange behandelte, bis der Balsam vollständig gelöst und entfernt war. Auf Zusatz von conc. Schwefelsäure zum Querschnittpräparat zeigte sich, dass keine Wundkorkbildung eingetreten war, auch hatte keine Theilung der unverletzten Zellen, welche um die Wunde herum lagen, stattgefunden. Der Balsam hatte also den Wundverschluss besorgt.

Auf gleiche Weise wie Linum behandelte ich auch Foeniculum officinale, Helianthus annuus, Ricinus communis, Zea Mais und den Knollen von Solanum tuberosum. Bei Solanum tuberosum muss man besonders gleich nach der

Verwundung die Stelle mit Fliesspapier abtupfen, da der Knolle sehr viel Feuchtigkeit enthält und der Balsam sonst nicht kleben bleibt. Als ich diese nach vier, fünf Wochen zur Untersuchung heranzog, sah ich, dass die verschmierten Wunden keine Korkbildung erkennen liessen, während bei den nicht verschmierten, sich selbst überlassenen Wunden Korkbildung eingetreten war.

Gleichzeitig hatte ich auch Mohnkapseln theils durch grosse, theils durch kleine Schnitte verwundet. Nach ca. 4 Wochen schnitt ich die verwundeten Kapseln ab. Ich sah, dass einige Kapseln ganz durchgesprungen waren, also auch nicht der Milchsaft vollständig den Verschluss besorgen konnte, hier war Korkbildung eingetreten, während die anderen, welche ich so verwundet hatte, dass die Kapsel nicht durchgeschnitten war und der Milchsaft die ganze Wunde aussen verschloss, keine Wundkorkbildung zeigten.

Auch hier hatte ich den eingetrockneten Milchsaft vor der Untersuchung gleich wie bei Lactuca von der Wunde und in der Wunde vollständig entfernt. Es hatte auch hier der Milchsaft den Verschluss besorgt. Die Samen waren auch in den angeschnittenen Kapseln zur Reife gelangt. Von den Pflanzen mit Milchzellen hatte ich Euphorbia splendens sowohl durch tiefe Schnitte und durch Einkerbungen, als auch durch Stiche mit der Präparirnadel verwundet. Die Verwundungen hatte ich im Juli und August vorgenommen, zur Untersuchung schritt ich im August und September. Zuerst untersuchte ich die grossen Schnittwunden und fand, dass der Milchsaft die Wunde nicht bedeckte, es zeigte sich auch, dass Wundkorkbildung eingetreten war. Nun untersuchte ich die kleinen Stichwunden. Hier fand ich, dass die Wundstelle aussen vom Milchsaft vollständig verschlossen war. Zur Untersuchung stellte ich mir Querschnitte durch die Wunde her. Dann entfernte ich den eingetrockneten Milchsaft vollständig aus und auf der Wunde, wie oben angegeben, sodann sah ich

mir die Wunde an und fand, dass keine Theilung der unverletzten Zellen resp. Korkbildung stattgefunden hatte. Ich setzte zu dem Präparate conc. Schwefelsäure, die Zellen lösten sich auf, ohne Korkzellen zurückzulassen. Auch hier hatte der herausgetretene Milchsaft den Wundverschluss besorgt, es hatte sich kein Wundkork gebildet.

Zum Schluss komme ich noch einmal auf die Arbeit von A. Tschirch über Verwundung der Milchbehälter der persischen Umbelliferen zurück, welche schizogene Milchbehälter sind. Tschirch sagt: Wie wir aus der Anatomie des Stengels ersehen, wird bei der oberflächlichen Lage der Rindencanäle und ihrer grossen Anzahl und erheblichen Länge auch im centralen Theil jeder Stich einen reichlichen Erguss von Milchsaft zur Folge haben, denn jeder wird wenigstens einen, meist wohl aber mehrere Canäle öffnen und zum Ausfliessen bringen. Der austretende Milchsafttropfen vergrössert sich durch Nachfluss allmählig zu einer etwa erbsengrossen Masse, erhärtet am Stamme selbst und verstopft wie ein Wundbalsam die Wunde selbst. Tschirch[1]) fand nun bei Dorema glabrum diese durch zahlreiche Insectenstiche verwundet. Er untersuchte diese Wundstellen und fand, dass sich kein Wundkork gebildet hatte. Es ist somit durch A. Tschirch's wie meine Untersuchungen nachgewiesen, dass sowohl bei Milchsaftgefässen und Milchsaftzellen als auch bei schizogenen Milchsaftbehältern der Wundverschluss durch den Milchsaft besorgt wird und in diesen Fällen keine Wundkorkbildung eintritt.

Fasse ich nun alles zusammen, so habe ich in Obigem constatirt:

1. dass die Milchröhren Nährstoff leitende Organe sind, und zu den Siebröhren, zur Stärkescheide und den Assimilationsorganen in naher Beziehung stehen;

[1]) A. Tschirch. Die Milchsaft- bez. Gummibehä,ter etc. Archiv der Pharmacie. 24. Bd. Heft 19. 1886.

2. dass es häufig vorkommt, dass Pflanzen, welche durch eine Phalanx von Milchröhren nach aussen hin den Siebtheil gewissermassen „schützen“, keine Bastzellbelege vor dem Siebtheil besitzen und umgekehrt;
3. dass der erhärtende Inhalt der Milchsaftbehälter bei Verwundungen den Wundverschluss besorgt;
4. dass, und zwar genauer und vollständiger als bisher, die Ligulifloren milchende Pflanzen, die Tubulifloren nicht milchende Pflanzen sind;
5. dass nicht nur die Wurzeln und Stengel, sondern auch die Blätter Inulin enthalten können.

Vorstehende Arbeit habe ich im Sommersemester 1887, den grossen Ferien und Anfang des Wintersemesters im pflanzenphysiologischen Institut unter der Leitung des Dozenten Herrn Dr. A. Tschirch ausgeführt.[1])

Max Dehmel,
Apotheker.

---

[1]) Die Aeusserungen von Stahl (in „Pflanzen und Schnecken“ 1888. 112 f. und 12.) über die Bedeutung der Milchsäfte sind mir erst nach Abschluss meiner Arbeit bekannt geworden.